



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

PIDE0302716 EP
PCT/16 04/ 51376

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

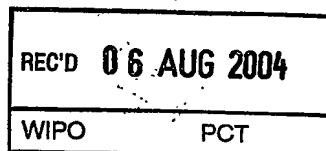
The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03102510.9

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

BEST AVAILABLE COPY



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Anmeldung-Nr.:

Application no.: 03102510.9

Demande no:

Anmeldetag:

Date of filing: 12.08.03

Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards
GmbH
Steindamm 94
20099 Hamburg
ALLEMAGNE
Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:

(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.

If no title is shown please refer to the description.

Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Vorrichtung und Verfahren zur Erzeugung von Abbildungen des Herzens

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)
revendiquée(s)

Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

A61B6/00

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PT RO SE SI SK TR LI

BESCHREIBUNG

Vorrichtung und Verfahren zur Erzeugung von Abbildungen des Herzens

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung und ein Verfahren zur Erzeugung von vorzugsweise dreidimensionalen Abbildungen eines Objektes, insbesondere des Herzens. Ferner betrifft sie
5 eine Einrichtung und ein Verfahren zur Steuerung der Injektionsrate eines Kontrastmittels in ein Gefäßsystem.

Aus der EP 1 086 652 A1 ist ein Verfahren zur Erzeugung einer dreidimensionalen Abbildung der Herzgefäße mit Hilfe einer Rotations-Röntgenapparatur bekannt, wobei die Abbildung aus
10 zweidimensionalen Röntgenprojektionen aus verschiedenen Richtungen rekonstruiert wird. Zur besseren Darstellung der Gefäße wird in der Regel während der Aufnahmen ein Kontrastmittel injiziert. Da das Herz aufgrund des Herzschlages einer zyklischen Eigenbewegung unterliegt, wird bei dem Verfahren parallel zu den Röntgenaufnahmen auch das Elektrokardiogramm aufgezeichnet, und es werden zur Rekonstruktion nur solche Projektionen verwendet, die aus
15 der bewegungsarmen Phase des Herzens, der Diastole, stammen. Röntgenaufnahmen während der Systole werden dagegen entweder nicht verwertet oder erst gar nicht erzeugt.

Für viele medizinische Fragestellungen sind indes dreidimensionale Abbildungen des Herzens oder der Herzkranzgefäße während der Kontraktion und der anschließenden Relaxation, also
20 der Systole erforderlich. Wenn diese Abbildungen mit einer Röntgen-Rotationsvorrichtung erzeugt werden sollen, müssen dort die größtmöglichen Aufnahmeraten eingestellt werden, damit die interessierende Bewegungsphase mit ausreichender zeitlicher und räumlicher Auflösung erfasst wird. Nachteilig hieran ist, dass dies mit einer hohen Strahlenbelastung für den Patienten und das medizinische Personal verbunden ist.

25

Vor diesem Hintergrund war es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Mittel bereitzustellen, welche bei geringer Belastung für den Patienten eine qualitativ hochwertige,

vorzugsweise dreidimensionale Darstellung des Herzens auch während Phasen starker Eigenbewegung ermöglichen.

5 Diese Aufgabe wird jeweils durch Einrichtungen mit den Merkmalen des Anspruchs 1, 4 und 7 sowie durch Verfahren mit den Merkmalen der Ansprüche 8, 9 und 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung betrifft diese eine Einrichtung zur Erzeugung einer (vorzugsweise dreidimensionalen) Abbildung eines Objektes, welches einer zyklischen
10 Eigenbewegung unterliegt. Bei dem Objekt kann es sich insbesondere um das Herz eines Patienten handeln, wobei die Erfindung jedoch nicht auf diesen Anwendungsfall beschränkt ist. Die Einrichtung enthält die folgenden Komponenten:

- a) Eine Röntgenapparatur zur Erzeugung einer Serie zweidimensionaler Projektionsaufnahmen des interessierenden Objektes. Bei der Röntgenapparatur kann es sich
15 insbesondere um eine Rotations-Röntgenapparatur handeln, wie sie aus der Computertomografie bekannt ist und mit der Projektionsaufnahmen aus verschiedenen Projektionsrichtungen erzeugt werden können. Wie darüber hinaus aus dem Stand der Technik hinreichend bekannt ist, können aus zweidimensionalen Projektionsaufnahmen aus verschiedenen Richtungen dreidimensionale Abbildungen eines Objektes
20 rekonstruiert werden.
- b) (Mindestens) eine Messvorrichtung zur Erfassung eines Parameters, welcher für die Eigenbewegung des beobachteten Objektes charakteristisch ist, so dass sich der Bewegungszustand des Objektes durch den genannten Parameter indizieren lässt.
Wenn das darzustellende Objekt beispielsweise das Herz ist, kann die
25 Messvorrichtung ein Elektrokardiografiegerät sein, mit dem sich ein Elektrokardiogramm aufzeichnen lässt. Ein anderes Beispiel für eine Messvorrichtung ist ein Atemsensor, welcher ein den jeweiligen Atemzyklus eines Patienten anzeigendes Signal liefert.

- c) Eine mit der Röntgenapparatur und der Messvorrichtung gekoppelte Datenverarbeitungseinrichtung, welche dazu eingerichtet ist, die Röntgenapparatur in Abhängigkeit vom jeweils vorliegenden Wert des mit der Messvorrichtung erfassten charakteristischen Parameters so anzusteuern, dass das Objekt während einer vorgegebenen Bewegungsphase, in der es abgebildet werden soll, mit einer höheren Röntgendosisleistung und/oder mit einer höheren Aufnahme rate aufgenommen wird, als während der übrigen Bewegungsphasen. Insbesondere kann die Datenverarbeitungseinrichtung in diesem Zusammenhang dazu eingerichtet sein, die Aufnahme rate, die Pulslänge der für eine Aufnahme erzeugten ein oder mehreren Röntgenimpulse, den Röntgenröhrenstrom und/oder die Röntgenröhrenspannung der Röntgenapparatur einzustellen.

Mit der beschriebenen Einrichtung ist es insbesondere möglich, dreidimensionale Abbildungen eines bewegten Objektes wie beispielsweise des Herzens auch für Phasen starker Eigenbewegung zu rekonstruieren und gleichzeitig die Belastung für den Patienten und das Personal auf ein erforderliches Minimum zu reduzieren. Dies gelingt durch eine variierende Einstellung der mittleren Röntgendosisleistung, die durch die momentane Röntgendosisleistung und die Aufnahme rate bestimmt wird, wobei die Variation über ein den Bewegungszustand des Objektes charakterisierendes Signal kontrolliert wird.

Wie bereits erwähnt wurde, kann es sich bei dem mit der Einrichtung dargestellten Objekt insbesondere um ein Herz handeln, welches während der Systole des Herzzyklus, das heißt dem Zeitraum der Kontraktion und der Relaxation dargestellt werden soll. Dies entspricht der Phase maximaler Eigenbewegung des Herzens, während der eine maximale Aufnahme rate erforderlich ist. Der Vorteil der beschriebenen Einrichtung liegt darin, dass die Aufnahme rate, die Röntgenimpulslänge, der Röhrenstrom und/oder die Röhrenspannung während der bewegungsarmen Phase des Herzens auf einen niedrigen Wert reduziert wird.

Gemäß einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung eine Einrichtung zur Steuerung der Injektionsrate eines Kontrastmittels in ein Gefäßsystem wie etwa die Herzkranzgefäße. Die Einrichtung enthält die folgenden Komponenten:

- 5 a) Eine Injektionspumpe zur Injektion des Kontrastmittels mit einer steuerbaren Injektionsrate, wobei die Injektionsrate zum Beispiel durch den momentanen Volumen- oder Massenstrom des Kontrastmittels ausgedrückt werden kann.
- b) Eine Messvorrichtung zur Erfassung eines für die Flussrate im Gefäßsystem (genauer gesagt an einem betrachteten Punkt des Gefäßsystems) charakteristischen Parameters,
10 wobei die Flussrate im Gefäßsystem insbesondere durch den Volumen- oder Massenstrom des im Gefäßsystem strömenden Blutes ausgedrückt werden kann. Bei der Messvorrichtung kann es sich zum Beispiel um ein Elektrokardiografiegerät handeln, das ein Elektrokardiogramm der elektrischen Herzaktivität aufzeichnet. Da der Herzschlag die Blutströmung im Gefäßsystem antreibt, kann aus der jeweiligen
15 Herzschlagphase (näherungsweise) auf die Strömungsverhältnisse im Gefäßsystem, insbesondere im Bereich der Herzkranzgefäße, rückgeschlossen werden.
- c) Eine mit der Injektionspumpe und der Messvorrichtung gekoppelte Steuereinheit, welche dazu eingerichtet ist, die Injektionspumpe in Abhängigkeit vom jeweiligen Wert des mit der Messvorrichtung erfassten charakteristischen Parameters so anzusteuern,
20 dass das Kontrastmittel im Gefäßsystem einem vorgegebenen Konzentrationsverlauf folgt.

Mit der beschriebenen Einrichtung ist es möglich, die Injektionsrate eines Kontrastmittels den momentanen Strömungsverhältnissen im Gefäßsystem optimal anzupassen. Bei bekannten
25 Einrichtungen zur Injektion eines Kontrastmittels wird eine vorgegebene Kontrastmittelmenge mit etwa konstanter Rate injiziert. Da sich während der Injektionsdauer jedoch die Stärke der Blutströmung in der Regel verändert, wird das injizierte Kontrastmittel unterschiedlich schnell verteilt beziehungsweise fortgeführt. Daher muss bei herkömmlichen Einrichtungen die Injektionsrate so hoch eingestellt werden, dass die für die Röntgenaufnahme erforderliche

minimale Kontrastmittelkonzentration auch bei der stärksten auftretenden Blutströmung noch eingehalten wird. Während der übrigen Strömungsphasen wird dann jedoch zwangsläufig eine größere Menge an Kontrastmittel als erforderlich injiziert, was eine entsprechende Belastung für den Patienten darstellt. Diese Probleme werden mit der oben definierten Einrichtung

5 vermieden, da die Injektionsrate des Kontrastmittels und damit die insgesamt injizierte Kontrastmittelmenge auf ein erforderliches Minimum begrenzt wird, wobei das Minimum durch den vorgegebenen Konzentrationsverlauf definiert wird. Der genannte Konzentrationsverlauf kann insbesondere so festgelegt sein, dass er während der Dauer der Kontrastmittelinjektion eine annähernd konstante Kontrastdarstellung des Gefäßsystems bei

10 dessen Aufnahme mit einer bildgebenden Vorrichtung ergibt. Insbesondere kann der Konzentrationsverlauf zeitlich konstant sein.

Die Erfindung betrifft ferner eine Einrichtung zur Erzeugung einer vorzugsweise dreidimensionalen Abbildung des Herzens, welche eine Einrichtung gemäß dem ersten Aspekt

15 zur Abbildung eines Objektes sowie eine Einrichtung gemäß dem zweiten Aspekt zur Steuerung der Injektionsrate eines Kontrastmittels in das Gefäßsystem des Herzens enthält. Im Einzelnen umfasst die Einrichtung somit die folgenden Komponenten:

- a) eine Röntgenapparatur zur Erzeugung von Projektionsaufnahmen;
- b) eine erste Messvorrichtung zur Erfassung eines für die Eigenbewegung des Herzens
- 20 charakteristischen Parameters;
- c) eine zweite Messvorrichtung zur Erfassung eines für die Flussrate im Gefäßsystem des Herzens charakteristischen Parameters, wobei die erste und die zweite Messvorrichtung beziehungsweise die zugehörigen Parameter insbesondere identisch und z.B. durch ein Elektrokardiografiegerät realisiert sein können;
- 25 d) eine Datenverarbeitungseinrichtung zur Ansteuerung der Röntgenapparatur, so dass während der darzustellenden Bewegungsphase des Herzens eine höhere Röntgendosisleistung (durch Anpassung der Röntgenimpulsdauer, des Röhrenstroms und/oder der Röhrenspannung) und/oder Aufnahmezeit als während der übrigen Phasen angewendet wird;

- e) eine Injektionspumpe zur Injektion eines Kontrastmittels in die Herzgefäße;
 - f) eine Steuereinheit zur von der Flussrate im Gefäßsystem abhängigen Ansteuerung der Injektionspumpe, so dass einem vorgegebenen Konzentrationsverlauf des Kontrastmittels gefolgt wird. Die Steuereinheit kann dabei insbesondere mit der unter
- 5 d) genannten Datenverarbeitungseinrichtung identisch sein.

Die vorstehend definierte Einrichtung hat den Vorteil, dass sie eine Abbildung des Herzens beziehungsweise der Herzkranzgefäße mit hoher Genauigkeit ermöglicht, wobei gleichzeitig die Belastung des Patienten durch Röntgenstrahlung und Kontrastmittel auf ein erforderliches

10 Minimum reduziert wird.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Erzeugung einer (z.B. zweidimensionalen oder vorzugsweise dreidimensionalen) Abbildung eines Objektes, welches einer zyklischen Eigenbewegung unterliegt, umfassend die Schritte

- 15 a) Erzeugung einer Serie von Röntgen-Projektionsaufnahmen des Objektes; dabei können die Aufnahmen optional aus verschiedenen Projektionsrichtungen erzeugt und zur Rekonstruktion einer dreidimensionalen Abbildung verwendet werden;
 - b) Messung eines für die Eigenbewegung des Objektes charakteristischen Parameters;
 - c) Steuerung der Röntgendosisleistung und/oder der Aufnahme rate in Abhängigkeit vom
- 20 jeweiligen Wert des charakteristischen Parameters derart, dass die Röntgendosisleistung und/oder die Aufnahme rate während einer vorgegebenen darzustellenden Bewegungsphase des Objektes höher ist als während der übrigen Bewegungsphasen des Objektes.

25 Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Steuerung der Injektionsrate eines Kontrastmittels in ein Gefäßsystem, umfassend die Schritte

- a) Messung der aktuellen Flussrate im Gefäßsystem;

- b) Injektion des Kontrastmittels in Abhängigkeit von der gemessenen Flussrate mit einer derartigen Injektionsrate, dass das Kontrastmittel im Gefäßsystem einem vorgegebenen Konzentrationsverlauf folgt.

5

Schließlich betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Erzeugung einer Abbildung des Herzens, welches die Injektion eines Kontrastmittels sowie die Erzeugung einer Abbildung des Herzens während der Kontrastmittelinjektion gemäß den beiden vorstehend beschriebenen Verfahren umfasst.

10

Die Verfahren betreffen in allgemeiner Form die mit den oben erläuterten Einrichtungen durchführbaren Verfahrensschritte. Für eine detailliertere Beschreibung der Realisierung, der Vorteile und der Ausführungsvarianten der Verfahren wird daher auf die entsprechende Beschreibung der Einrichtungen verwiesen.

15

Im Folgenden wird die Erfindung mit Hilfe der beigelegten Figur beispielhaft erläutert. Die einzige Figur zeigt schematisch die Komponenten einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Rekonstruktion einer dreidimensionalen Abbildung des Herzens während der Systole.

- 20 Im linken Teil der Figur ist schematisch eine Rotations-Röntgenapparatur 1 dargestellt, welche eine Röntgenstrahlungsquelle 2 und einen Röntgendetektor 12 umfasst, die an gegenüberliegenden Enden eines C-Armes angeordnet sind. Die Röntgenapparatur 1 kann in aus der Computertomografie bekannter Weise um einen Patienten 3 rotieren, um dabei zweidimensionale Projektionsaufnahmen zum Beispiel des Herzens 5 des Patienten 3 aus
- 25 verschiedenen Projektionsrichtungen zu erzeugen. Die so erhaltenen Projektionen werden an eine Datenverarbeitungseinrichtung 10 (zum Beispiel eine Workstation) weitergeleitet und dort mit bekannten Verfahren der Bildverarbeitung zu einer dreidimensionalen Abbildung des Herzens beziehungsweise der Herzgefäße zusammengesetzt. Die so rekonstruierte Abbildung kann schließlich auf einem Monitor 11 für den behandelnden Arzt dargestellt werden.

Da das Herz 5 durch den Herzschlag einer starken Eigenbewegung unterliegt, können für die Rekonstruktion einer dreidimensionalen Abbildung mit akzeptabler Qualität nur Projektionsaufnahmen aus derselben Bewegungsphase des Herzens 5 verwendet werden. Um diesbezüglich die Röntgenprojektionen einer bestimmten Herzphase zuordnen zu können, wird während des Röntgens gleichzeitig über Elektroden 4 und ein Elektrokardiografiegerät 7 ein Elektrokardiogramm aufgezeichnet und an die Datenverarbeitungseinrichtung 10 weitergeleitet.

Wenn eine Darstellung des Herzens 5 während dessen Kontraktion und Relaxation, also der Phase stärkster Bewegung (Systole) erwünscht ist, müssen zur Erzielung einer ausreichenden Bildqualität und ausreichenden zeitlichen Auflösung Röntgenprojektionen mit maximaler Aufnahmezeit erzeugt werden. Die Aufnahmezeit liegt dabei typischerweise im Bereich von 10 bis 100 Röntgenprojektionen pro Sekunde. Wenn eine derartige Rate während der gesamten Aufnahmeserie beibehalten wird, ist dies mit einer entsprechend hohen Strahlenbelastung für den Patienten sowie das medizinische Personal verbunden.

Um die vorstehend beschriebene Strahlenbelastung auf ein Minimum zu reduzieren, ist die Datenverarbeitungseinrichtung 10 – zum Beispiel durch Ausstattung mit entsprechender Software – dazu eingerichtet, die Röntgenröhre 2 in Abhängigkeit vom Verlauf des gemessenen Elektrokardiogramms so anzusteuern, dass die Aufnahmezeit und/oder die Röntgendosisleistung während der aufzuzeichnenden Bewegungsphasen (Systole) den erforderlichen Maximalwert annimmt, während der übrigen Bewegungsphasen (Diastole) jedoch entsprechend niedriger liegt. Vorzugsweise werden die Aufnahmezeit, die Röntgenimpulsdauer, der Röntgenröhrenstrom und/oder die Röntgenröhrenspannung von der Datenverarbeitungseinrichtung 10 in Abhängigkeit vom gemessenen Elektrokardiogramm modifiziert. So kann beispielsweise die Aufnahmezeit während der interessierenden Kontraktions- und Relaxationsphase des Myokards maximal und während der Ruhephase des Herzens entsprechend verringert sein. Im Extremfall ist die Aufnahmezeit während der Ruhephase des Herzens Null und während eines engen Zeitfensters, welches groß genug zur

- Erfassung von Variationen der Herzfrequenz gewählt sein sollte, sehr hoch beziehungsweise maximal. Zusätzlich oder alternativ (d.h. wenn die Aufnahmezeit während des Herzzyklus konstant gehalten wird) kann auch die pro Aufnahme angewendete Röntgendosis während der Phasen geringer Herzbewegung reduziert werden. Da für die Rekonstruktion der
- 5 dreidimensionalen Abbildung mehr Projektionen aus diesen Phasen verwendet werden können, leidet die Bildqualität nicht unter dieser Reduktion der Dosis.

- Die oben erläuterten Röntgenaufnahmen des Herzens 5 werden üblicherweise bei gleichzeitiger Injektion eines Kontrastmittels über einen Katheter 6 ausgeführt, damit sich die
- 10 Herzkranzgefäße ausreichend gut vom Hintergrund abheben. Die Injektion des Kontrastmittels erfolgt dabei durch eine Injektionspumpe 8, welche gemäß der Figur von der Datenverarbeitungseinrichtung 10 zur Einstellung einer gewünschten Injektionsrate ansteuerbar ist. Diese Ansteuerung wird von der Datenverarbeitungseinrichtung 10 vorzugsweise in Abhängigkeit von dem gemessenen Elektrokardiogramm derart vorgenommen, dass das
- 15 Kontrastmittel zu einer annähernd konstanten Kontrastdarstellung der Herzkranzgefäße während des gesamten Herzzyklus führt. Die Kontrastdarstellung hängt dabei von der jeweiligen Konzentration des Kontrastmittels und diese wiederum von der Flussrate bzw. Fließgeschwindigkeit des Blutes im Gefäß am Injektionsort ab. Auf die Flussrate des Blutes kann aus dem Elektrokardiogramm zumindest näherungsweise rückgeschlossen werden, so
- 20 dass die Datenverarbeitungseinrichtung 10 in der Lage ist, die gewünschte angepasste Steuerung der Kontrastmittelinjektion vorzunehmen. Eine solche variable Kontrastmittelinjektion hat den wichtigen Vorteil, dass die Belastung des Patienten durch das Kontrastmittel minimiert wird.

PATENTANSPRÜCHE

1. Einrichtung zur Erzeugung von Abbildungen eines Objektes (5), welches einer zyklischen Eigenbewegung unterliegt, enthaltend
- a) eine Röntgenapparatur (1) zur Erzeugung einer Serie zweidimensionaler Projektionsaufnahmen des Objektes (5);
 - 5 b) eine Messvorrichtung (4, 7) zur Erfassung eines für die Eigenbewegung des Objektes (5) charakteristischen Parameters;
 - c) eine mit der Röntgenapparatur (1) und der Messvorrichtung (4, 7) gekoppelte Datenverarbeitungseinrichtung (10), welche dazu eingerichtet ist, die Röntgenapparatur (1) in Abhängigkeit vom jeweiligen Wert des charakteristischen Parameters so
10 anzusteuern, dass das Objekt (5) während einer vorgegebenen darzustellenden Bewegungsphase mit einer höheren Röntgendosisleistung und/oder Aufnahme­rate aufgenommen wird als während der übrigen Bewegungsphasen.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenverarbeitungseinrichtung (10) dazu eingerichtet ist, die Aufnahme­rate, die Röntgenimpulsdauer, den
15 Röhrenstrom und/oder die Röhrenspannung der Röntgenapparatur (1) einzustellen.
3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Objekt ein Herz (5) ist.

4. Einrichtung zur Steuerung der Injektionsrate eines Kontrastmittels in ein Gefäßsystem, enthaltend

- 5 a) eine Injektionspumpe (8) zur Injektion des Kontrastmittels mit einer steuerbaren Injektionsrate;
- b) eine Messvorrichtung (4, 7) zur Erfassung eines für die Flussrate im Gefäßsystem charakteristischen Parameters;
- 10 c) eine mit der Injektionspumpe (8) und der Messvorrichtung (4, 7) gekoppelte Steuereinheit (10), welche dazu eingerichtet ist, die Injektionspumpe (8) in Abhängigkeit vom jeweiligen Wert des charakteristischen Parameters so anzusteuern, dass das Kontrastmittel im Gefäßsystem einem vorgegebenen Konzentrationsverlauf folgt.

15 5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der vorgegebene Konzentrationsverlauf bei einer bildgebenden Aufnahme des Gefäßsystems eine annähernd konstante Kontrastdarstellung während der Kontrastmittelinjektion ergibt.

20 6. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Messvorrichtung ein Elektrokardiografiegerät (4, 7) ist.

7. Einrichtung zur Erzeugung einer Abbildung des Herzens (5), umfassend eine Einrichtung gemäß Anspruch 1 zur Erzeugung einer Abbildung des Herzens (5) sowie eine Einrichtung gemäß Anspruch 4 zur Steuerung der Injektionsrate eines Kontrastmittels in das Gefäßsystem des Herzens (5).

25

8. Verfahren zur Erzeugung einer Abbildung eines Objektes (5), welches einer zyklischen Eigenbewegung unterliegt, umfassend die Schritte

- a) Erzeugung einer Serie von Röntgen-Projektionsaufnahmen des Objektes (5);
- 5 b) Messung eines für die Eigenbewegung des Objektes charakteristischen Parameters;
- c) Steuerung der Röntgendosisleistung und/oder der Aufnahmezeit in Abhängigkeit vom jeweiligen Wert des charakteristischen Parameters derart, dass die Röntgendosisleistung und/oder die Aufnahmezeit während einer vorgegebenen darzustellenden Bewegungsphase des Objektes höher ist als während der übrigen
- 10 Bewegungsphasen des Objektes.

9. Verfahren zur Steuerung der Injektionsrate, mit der ein Kontrastmittel in ein Gefäßsystem injiziert wird, umfassend die Schritte

- a) Messung der aktuellen Flussrate im Gefäßsystem;
- 15 b) Injektion des Kontrastmittels in Abhängigkeit von der gemessenen Flussrate mit einer derartigen Injektionsrate, dass das Kontrastmittel im Gefäßsystem einem vorgegebenen Konzentrationsverlauf folgt.

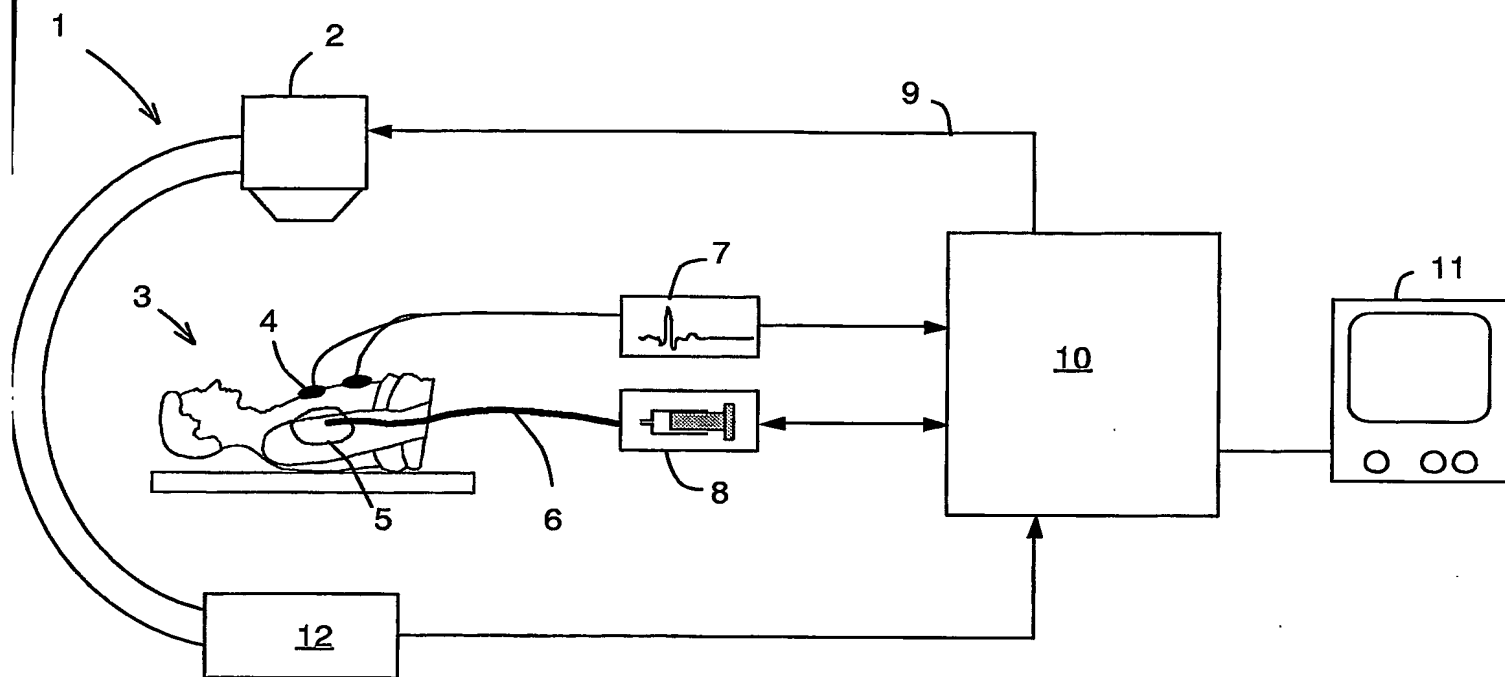
10. Verfahren zur Erzeugung einer Abbildung des Herzens (5), umfassend die Injektion eines

20 Kontrastmittels in einem Verfahren gemäß Anspruch 9 sowie die Erzeugung einer Abbildung des Herzens während der Kontrastmittelinjektion in einem Verfahren gemäß Anspruch 8.

ZUSAMMENFASSUNG

Vorrichtung und Verfahren zur Erzeugung von Abbildungen des Herzens

- Die Erfindung betrifft eine Einrichtung und ein Verfahren zur Erzeugung einer Abbildung des Herzens (5), wobei die Abbildung vorzugsweise dreidimensional ist und aus einer Serie von
- 5 Röntgen-Projektionsaufnahmen aus unterschiedlichen Projektionsrichtungen rekonstruiert wird. Parallel zu den Röntgenaufnahmen wird dabei das Elektrokardiogramm (7) aufgezeichnet und von einer Datenverarbeitungseinrichtung (10) dazu verwendet, die Aufnahmerate, die Röntgenimpulsdauer, den Röhrenstrom und/oder die Röhrenspannung der Röntgenvorrichtung (1) so anzusteuern, dass während der darzustellenden Phase maximaler
- 10 Bewegung des Herzens die mittlere Röntgendosisleistung höher ist als während der übrigen Phasen. Die Datenverarbeitungseinrichtung (10) kann das Elektrokardiogramm ferner dazu verwenden, eine Injektionspumpe (8) für Kontrastmittel so anzusteuern, dass sich trotz einer veränderlichen Flussrate im Gefäßsystem eine annähernd konstante Kontrastdarstellung der Gefäße bei minimaler Kontrastmittelinjektion ergibt.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.